

PENGARUH PENAMBAHAN EKSTENDER DALAM PEREKAT FENOL FORMALDEHIDA TERHADAP KETEGUHAN REKAT KAYU LAPIS TUSAM

*(The effect of extender addition to phenol formaldehyde glue on
the bonding strength of tusam plywood)*

Oleh/By :

Adi Santoso, Anita Firmanti, dan Rini Asniar Karno

Summary

Phenol formaldehyde resin is an adhesive for exterior plywood manufacturing. Some materials can be added to the resin to reduce the cost. This paper describes about the study on the effect of extender addition to phenol formaldehyde resin on the bonding strength of tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) plywood. This research used wheat flour and cassava flour as extender with 5 percentage levels of extender i.e.: 0%, 5%, 10%, 15% and 20% based on weight of liquid resin.

The results showed that the effect of extender type on plywood bonding strength were not significant, while the percentage of extender have significant effect on the plywood bonding strength. The higher of extender percentage, the plywood bonding strength tends to decrease. The maximum percentage of extender which meet Indonesian standard is 20% for wheat flour and cassava flour respectively. To meet British standard the maximum percentage of extender is 20% for wheat flour and 10% for cassava flour.

Key words : extender, phenol formaldehyde, plywood, bonding strength.

Ringkasan

Resin fenol formaldehida merupakan suatu perekat yang digunakan dalam pembuatan kayu lapis eksterior. Beberapa bahan dapat ditambahkan pada resin tersebut untuk menghemat biaya. Pada tulisan ini dikemukakan hasil penelitian tentang pengaruh penambahan ekstender pada resin fenol formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam (*Pinus merkusii* Jungh et. de Vriese). Ekstender yang digunakan ada 2 macam, yaitu tepung gandum dan tepung galek dengan 5 macam kadar yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat perekat cair.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa macam ekstender tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis, sedangkan kadar ekstender berpengaruh sangat nyata. Semakin tinggi kadar ekstender, keteguhan rekat kayu lapis cenderung berkurang. Kadar ekstender maksimum yang memenuhi persyaratan Standar Indonesia adalah 20% masing-masing untuk tepung terigu dan tepung galek, sedangkan pada Standar Inggris adalah 20% untuk tepung terigu dan 10% tepung galek.

Kata kunci : ekstender, fenol formaldehida, kayu lapis, keteguhan rekat.

1. PENDAHULUAN

Industri kayu lapis merupakan industri kayu yang telah berkembang pesat di Indonesia. Dewasa ini telah beroperasi sebanyak 121 pabrik kayu lapis (Anonim, 1996). Salah satu komponen penting dalam produksi kayu lapis adalah perekat, karena itu penggunaan

perekat harus diperhitungkan dengan seksama agar biaya produksi cukup rendah tetapi kualitas kayu lapis yang dihasilkan cukup tinggi. Hal ini dapat diperoleh misalnya dengan penggunaan ekstender dalam ramuan perekatnya. Tujuan penambahan ekstender dalam perekat adalah untuk memperbaiki sifat perekat yang digunakan, selain itu juga untuk mengurangi biaya produksi dengan cara menurunkan harga adonan perekat per kesatuan berat (Skeist, 1970). Ekstender yang banyak digunakan antara lain terigu dan gaplek, yang sampai saat ini hanya digunakan untuk perekat urea formaldehida (Sutigno, 1983 b). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tepung terigu dan gaplek dapat digunakan sebagai ekstender pada perekat urea formaldehida dan fenol formaldehida dalam pembuatan kayu lapis dari beberapa jenis kayu yang berasal dari Indonesia dan Philippina (Warsa, 1993).

Dalam tulisan ini di kemukakan hasil penelitian pengaruh penambahan ekstender dalam perekat fenol formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam (*Pinus merkusii* Jung et de Vriese). Jenis kayu ini sudah dipakai dalam pembuatan kayu lapis walaupun belum begitu banyak (Sutigno, 1983 b). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstender tepung terigu dan tepung gaplek dalam perekat fenol formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam. Sasarannya adalah mendapatkan data penggunaan ekstender maksimum dari terigu dan tepung gaplek pada ramuan perekat fenol formaldehida agar diperoleh kayu lapis tipe eksterior yang keteguhan rekatnya memenuhi persyaratan standar.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Kayu lapis berupa tripleks dibuat dari venir tusam (*Pinus merkusii* Jung et de Vriese), tebal 1,5 mm dengan perekat fenol formaldehida (FF) cair. Perekat ini mempunyai kekentalan 1,0 - 3,0 poise, kadar padat 40 - 44% dan pH 10,0 - 13,0. Ukuran kayu lapis adalah 20 cm x 20 cm dengan jumlah perekat yang dilaburkan sebanyak 170 g/m² permukaan.

Ekstender yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung terigu dan tepung gaplek yang diperoleh dari pasaran dengan tingkat kehalusan sekitar 150 mesh. Banyaknya ekstender 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% masing-masing dari berat perekat cair. Sebagai pengisi digunakan bahan yang berasal dari pabrik perekat (HP-1) sebanyak 25% dari berat perekat cair. Penambahan air dilakukan sesuai kebutuhan agar di peroleh kekentalan ramuan perekat sekitar 15 poise.

B. Metode

Venir berukuran 20 cm x 20 cm dikeringkan sampai mencapai kadar air < 14%. kemudian dilaburi perekat dengan komposisi ramuan seperti yang tercantum pada Tabel 1. Venir disusun bersilangan dengan arah serat tegak lurus, dikempa dingin selama 10 menit kemudian dikempa panas selama 5 menit dengan tekanan 12 kg/cm² dan suhu 135 °C. Untuk setiap perlakuan dibuat 4 lembar kayu lapis. Sebelum dibuat contoh uji, dilakukan pengkondisian selama \pm 1 minggu.

Tabel 1. Komposisi perekat
Table 1. Glue compositions

Komposisi perekat (Glue compositions), gram					
Ekstender (Extender)		FF	Pengisi	Air	Kekentalan (Viscosity),
Macam (Type)	Kadar (Percentage)	(PF)	(Filler)	(Water)	poise
Terigu (Wheat flour), (T)	0	100	25	-	12
	5	100	25	7	10
	10	100	25	17	11
	15	100	25	23	12
	20	100	25	35	11
Gaplek (Cassava flour), (G)	0	100	25	-	12
	5	100	25	5	8,5
	10	100	25	10	6,5
	15	100	25	20	6,5
	20	10	25	30	10

Keterangan (Remark) FF= Fenol formaldehida (PF = Phenol formaldehyde)

Keteguhan rekat kayu lapis diuji menurut Standar Indonesia (Anonim, 1992) dan Inggris (Anonim, 1985), masing-masing untuk kayu lapis tipe eksterior I dan tipe WBP (Sutigno, 1992). Perlakuan terhadap contoh uji menurut Standar Indonesia adalah perebusan dalam air mendidih selama 4 jam, pengeringan dalam oven pada suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ selama 20 jam, perebusan kembali selama 4 jam kemudian contoh uji direndam dalam air dingin selama 20 jam dan diuji selagi masih basah. Sedangkan perlakuan terhadap contoh uji menurut Standar Inggris adalah pengukusan dalam tangki tertutup bertekanan 2 atm selama 12 jam, pencelupan dalam air dingin sampai mencapai suhu kamar lalu diuji selagi masih basah. Data yang di catat dari kedua cara uji tersebut adalah beban putus dan kerusakan kayu. Data dari setiap lembar kayu lapis merupakan rata-rata dari dua buah contoh uji yang masing-masing mempunyai arah retak kupas terbuka dan tertutup.

Percobaan ini memakai rancangan acak tersarang (Sudjana, 1980) dengan faktor macam ekstender dan kadarnya. Untuk mengetahui hubungan antara kadar ekstender dengan keteguhan rekat kayu lapis dilakukan sidik regresi. Pengaruh arah retak kupas terhadap keteguhan rekat kayu lapis diuji menurut uji - t.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ramuan Perekat

Peramuan perekat dan penambahan air pada masing-masing komposisi tercantum pada Tabel 1. Terlihat bahwa untuk mencapai kekentalan perekat yang relatif sama yaitu sekitar 15 poise, penambahan air pada setiap komposisi perekat berbeda. Ada

kecenderungan bahwa semakin banyak ekstender yang ditambahkan ke dalam campuran perekat, maka jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai kekentalan campuran perekat yang diinginkan juga semakin banyak.

Sifat mengentalnya campuran ekstender dengan air lebih disebabkan ketergantungannya pada kadar amilose dan protein. Semakin banyak amilose dan protein yang terkandung dalam ekstender, maka akan semakin banyak air yang dibutuhkan untuk mencapai kekentalan yang sama. Menurut Meyer (1960), kadar amilose dalam tepung terigu adalah 25% dan tapioka 18%. Gaplek yang bahan bakunya sama dengan tapioka diperkirakan mengandung amilose yang relatif sama dengan tapioka, sementara itu menurut data dari Direktorat Gizi (Anonim, 1981) diketahui bahwa kadar protein dalam terigu sekitar 8,9% sedangkan pada tepung gaplek sekitar 1,1%. Dengan demikian berdasarkan kadar amilose dan proteinnya, terigu lebih unggul daripada tepung gaplek, oleh karena itu terigu memerlukan air lebih banyak daripada tepung gaplek untuk mencapai kekentalan yang sama. Pada penelitian ini banyaknya air yang ditambahkan pada tepung terigu berkisar antara 7 - 35 ml, sedangkan pada gaplek sekitar 5 - 30 ml. Dengan demikian penambahan air pada ekstender terigu lebih banyak, yaitu sekitar 1,4 kali dari tepung gaplek.

Besar kecilnya jumlah air yang ditambahkan ke dalam campuran perekat akan mempengaruhi biaya perekatan karena mempengaruhi jumlah perekat fenol formaldehida yang dipakai per satuan luas kayu lapis. Semakin banyak air yang digunakan dalam campuran perekat, akan menurunkan jumlah perekat fenol formaldehida untuk satuan luas, sehingga dapat menurunkan biaya perekatan (Tabel 2).

Tabel 2. Biaya bahan perekat untuk kayu lapis per satuan luas
Table 2. Adhesive cost for plywood per unit area

Perlakuan (Treatment)		Fenol Formaldehida (Phenol Formaldehyde)	Ekstender (Extender)	Pengisi (Filler) *	Air (Water)	Jumlah (Total)
Macam (Type)	Kadar (Percentage), %	g/cm ² (Rp/m ²)				
Terigu (Wheat flour), (T)	0	136,00 (272,00)	0 (0)	34,00	0	170 (306,00)
	5	124,09 (248,18)	6,20 (5,58)	31,02	8,69	170 (284,78)
	10	111,84 (223,68)	11,18 (10,06)	27,02	19,01	170 (260,78)
	15	104,29 (208,58)	15,64 (14,08)	26,07	23,99	170 (248,73)
	20	94,44 (188,88)	18,89 (17,00)	23,61	33,06	170 (229,49)
Gaplek (Cassava flour), (G)	0	136,00 (272,00)	0 (0)	34,00	0	170 (306,00)
	5	125,93 (251,86)	6,30 (5,04)	31,48	6,30	170 (288,38)
	10	117,24 (234,48)	11,72 (9,38)	29,31	11,72	170 (273,17)
	15	106,25 (212,50)	15,94 (12,75)	26,56	21,25	170 (251,81)
	20	97,14 (194,28)	19,43 (15,54)	24,29	29,14	170 (234,11)

Keterangan (Remark) : * g/m² = Rp/m²

Perhitungan biaya pada Tabel 2 di atas diambil dengan asumsi harga masing-masing bahan per kg adalah sebagai berikut : fenol formaldehida Rp 2.000,- , pengisi Rp 1.000,-, terigu Rp 900,- dan tepung gaplek Rp 800,-. Karena harga pengisi Rp 1000/kg maka nilai g/m² sama dengan Rp/m². Sementara itu harga air dianggap nol. Berdasarkan data ini, terlihat bahwa biaya perekat untuk ekstender

terigu lebih murah daripada biaya perekat dengan ekstender tepung galek. Hal ini dimungkinkan karena penambahan air pada komposisi dengan ekstender terigu (T) lebih banyak daripada ramuan perekat dengan ekstender galek (G). Akibatnya pemakaian fenol formaldehida dan pengisi persatuan luas akan lebih sedikit pada ramuan perekat T (Tabel 2), dengan demikian biaya pemakaian perekat pada ramuan T akan lebih rendah daripada ramuan G. Pemakaian galek tidak selalu lebih murah daripada pemakaian terigu. Sebagai contoh untuk pemakaian 10% biaya perekat dengan ekstender terigu Rp 260,78/m² dan dengan ekstender galek Rp 279,17/m² (Tabel 2), yang berarti berbeda Rp 12,39/m². Nilai ini lebih besar daripada harga gandum Rp 10,06/m². Bila harga galek Rp 200/kg maka biaya ramuan perekat Rp 266,14/m² untuk kadar ekstender 10% dan Rp 222,46/m² untuk kadar ekstender 20%. Hal ini berarti pada kadar ekstender 10% pemakaian galek lebih mahal daripada terigu, sedangkan pada kadar 20% lebih murah.

B. Pengujian Kayu Lapis

Hasil pengujian kayu lapis yang terdiri dari kadar air, kerapatan dan keteguhan rekatnya tertera pada Tabel 3. Data tersebut merupakan rata-rata dari 4 ulangan.

Tabel 3. Kadar air (%), kerapatan (g/cm³) dan keteguhan rekat kayu lapis (kg/cm²)

Table 3. Moisture content (%), density (g/cm³) and bonding strength of plywood (kg/cm²)

Ekstender (Extender)		Kadar air (Moisture content), %	Kerapatan (Density), g/cm ³	Keteguhan rekat (Bonding strength)					
Macam (Type)	Kadar (Percentage)			SNI			BS		
				1	2		1	2	
					a	b		a	b
Terigu (Wheat flour), (T)	0	10,31	0,68	13,33	35,00	67,50	16,94	25,00	65,00
	5	8,75	0,65	14,14	30,00	50,63	13,64	45,00	60,00
	10	9,94	0,66	12,13	35,00	63,75	11,82	20,00	76,25
	15	9,49	0,64	11,31	15,00	58,75	10,76	55,00	84,38
	20	9,29	0,63	10,40	20,00	52,50	10,69	55,00	69,38
Gaplek (Cassava flour), (G)	0	10,31	0,68	15,33	35,00	67,50	16,94	25,00	65,00
	5	12,81	0,67	13,04	10,00	46,88	12,97	50,00	63,75
	10	12,55	0,72	10,77	10,00	43,75	11,56	30,00	58,75
	15	12,80	0,69	9,95	5,00	26,88	10,27	0,00	17,50
	20	12,07	0,69	9,39	5,00	38,75	9,59	5,00	32,50

Keterangan (Remarks):

1 = Beban putus (Failing load), kg/cm²

2 = Kerusakan kayu (Wood failure), %

SNI = Standar Indonesia (Indonesian Standard)

a = Minimum

b = Rata-rata (Mean)

BS = Standar Inggris (British Standard)

Menurut Standar Indonesia dan Standar Inggris, kadar air maksimum kayu lapis adalah 14%. Dengan demikian kayu lapis yang diteliti (Tabel 3) memenuhi persyaratan di atas, karena kadar airnya berkisar antara 8,33 - 13,39%. Sementara hasil pengukuran kerapatan kayu lapis tusam berkisar antara 0,60 - 0,76 g/cm³ (Tabel 3). Dibandingkan dengan kerapatan kayunya yaitu 0,55 g/cm³ (Martawijaya,

1987), terdapat kenaikan kerapatan setelah menjadi kayu lapis, kecenderungan seperti ini ditunjukkan pula oleh hasil penelitian terdahulu, di mana kerapatan kayu lapis lebih tinggi daripada kerapatan kayunya (Sutigno, Sulastiningsih dan Iskandar, 1983 a). Hal ini disebabkan oleh adanya lapisan perekat dan terjadinya pemadatan bahan kayu lapis akibat pengempaan. Hasil penelitian juga menunjukkan kecenderungan bahwa kerapatan kayu lapis yang menggunakan ekstender tepung gaplek cenderung lebih besar daripada kerapatan kayu lapis yang menggunakan ekstender terigu, hal ini diduga sebagai akibat dari pemakaian perekat pada kayu lapis dengan ekstender tepung gaplek lebih banyak daripada pemakaian perekat pada kayu lapis yang menggunakan ekstender terigu.

Hasil pengujian keteguhan rekat kayu lapis secara uji geser tarik menurut Standar Indonesia memenuhi persyaratan untuk semua perlakuan karena nilainya lebih dari 7 kg/cm². Demikian pula hasil pengujian keteguhan rekat menurut Standar Inggris untuk ramuan perekat dengan ekstender terigu karena nilainya ada di antara 7 - 17 kg/cm² dengan nilai kerusakan kayu minimal lebih dari 15% dan rata-ratanya di atas 50% (Tabel 3). Sementara hasil pengujian keteguhan rekat kayu lapis menurut Standar Inggris (Tabel 3), ramuan perekat yang menggunakan tepung gaplek sebagai ekstender pada kadar 15% dan 20% tidak memenuhi persyaratan, karena walaupun keteguhan rekatnya lebih dari 7 kg/cm² namun kerusakan kayunya kurang dari 50%. Peneliti terdahulu mengemukakan bahwa penggunaan tepung gaplek sebagai ekstender pada kadar 25% dalam pembuatan kayu lapis dengan perekat urea formaldehida dan fenol formaldehida dapat memenuhi persyaratan keteguhan rekat Standar Jepang masing-masing untuk tipe interior dan eksterior (Warsa, 1983). Pengujian kayu lapis menurut Standar Jepang hampir sama dengan Standar Indonesia dalam hal persyaratan keteguhan rekatnya, sehingga wajar bila hasil pengujiannya hampir sama. Dibandingkan dengan Standar Inggris terdapat perbedaan dalam hal persyaratan yaitu dalam Standar Inggris ditentukan kriteria selang beban putus (kg/cm²) kayu lapis dengan nilai kerusakan kayu minimum dan rata-ratanya, dengan demikian Standar ini persyaratannya relatif lebih "berat" daripada Standar Indonesia dan Jepang.

Tabel 4. Uji beda orientasi retak kupas kayu lapis

Table 4. Test of difference for plywood lathe check orientation

Standar (Standard)	Orientasi retak kupas (Lathe check orientation)	Keteguhan rekat (Bonding strength)		Kerusakan kayu (Wood failure)	
		1	2	3	4
Indonesia (Indonesian)	Tertutup (Close)	13,38	7,85**	59,62	3,21**
	Terbuka (Open)	10,81		43,75	
Inggris (British)	Tertutup (Close)	13,41	5,89**	65,00	3,15**
	Terbuka (Open)	11,61		51,87	

Keterangan (Remarks) :

- 1 = Rata-rata (Mean), kg/cm²
3 = Rata-rata (Mean), %

- 2, 4 = t-hitung (t-calculation)
** = Sangat nyata (Highly significant)

Keteguhan rekat kayu lapis dan kerusakan kayu rata-rata dari contoh uji tertutup cenderung lebih besar daripada contoh uji terbuka (Tabel 4). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa separuh dari contoh uji keteguhan rekat kayu lapis

dengan arah retak kupas tertutup lebih besar daripada yang terbuka, namun sisanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Sutigno, 1988). Penulis tersebut menggunakan jenis kayu meranti (*Shorea spec.*) dan kapur (*Dryobalanops spec.*) dengan perekat urea formaldehida dan di uji menurut Standar Indonesia, Standar Jepang dan Standar Jerman. Dengan demikian belum dapat dipastikan pengaruh arah retak kupas terhadap keteguhan rekat kayu lapis, apakah positif atau negatif. Karena itu dalam Standar pengujian keteguhan rekat kayu lapis disebutkan bahwa contoh uji harus mewakili arah retak kupas terbuka dan tertutup (Sutigno, 1992).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap beban putus, dilakukan sidik ragam (Tabel 5). Perlakuan berupa macam ekstender tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis, sedangkan kadar ekstender memberikan pengaruh sangat nyata.

Tabel 5. Ringkasan sidik ragam keteguhan rekat kayu lapis

Table 5. Summarized of analysis of variance of plywood bonding strength

Sumber keragaman (Source of variation)	F hitung (F calculation)	
	1	2
Macam ekstender (Type of extender)		1,977
Kadar ekstender dalam macam ekstender (Percentage of extender in type of extender)	3,071 9,008 **	23,918 **

Keterangan (Remarks):
 ** = Sangat nyata (Highly significant)
 1 = Standar Indonesia (Indonesian standard)
 2 = Standar Inggris (British standard)

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa ada kecenderungan penurunan keteguhan rekat kayu lapis dengan semakin banyaknya ekstender yang digunakan dalam campuran perekat. Hal ini wajar karena dengan semakin tingginya kadar ekstender dalam campuran perekat maka makin sedikit jumlah fenol formaldehida per satuan luas permukaan venir. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa untuk setiap kenaikan 5% ekstender dalam penelitian ini terjadi perbedaan pemakaian fenol formaldehida setiap permukaan minimal 7,75 g/m² dan maksimal 12,25 g/m². Dengan demikian jumlah rata-rata pemakaian fenol formaldehida cair kadar ekstender 0 - 20% berturut-turut adalah 136 g/m²; 125,01 g/cm²; 114,5 g/cm²; 105,27 g/cm² dan 95,79 g/cm² per satuan luas permukaan venir.

Tabel 6. Hubungan antara jumlah resin (X, gram) dengan keteguhan rekat kayu lapis (Y, kg/cm²)

Table 6. Relationship between resin total (X, grams) and plywood bonding strength (Y, kg/cm²).

Standar (Standard)	Macam ekstender (Type of extender)	Hubungan (Relationship)	F hitung (F calculation)	r	S
Indonesia (Indonesian)	Terigu (Wheat flour)	2,18 + 0,08 X	4,39 *	0,90	1,35
	Gaplek (Cassava flour)	-6,14 + 0,15 X	24,28 **	0,96	2,20
Inggris (British)	Terigu (Wheat flour)	-4,64 + 0,15 X	32,34 **	0,95	2,62
	Gaplek (Cassava flour)	-8,53 + 0,18 X	36,85 *	0,94	2,91

Keterangan (Remarks):
 * = Nyata (Significant)
 ** = Sangat nyata (Highly significant)
 S = Simpangan baku (Standard deviation)

Untuk mengetahui hubungan antara jumlah resin yang dipakai dengan keteguhan rekat kayu lapis dilakukan sidik regresi (Tabel 6). Ternyata hubungan tersebut dapat dilukiskan dengan garis regresi linier.

Faktor lain yang menyebabkan turunnya keteguhan rekat kayu lapis yang menggunakan ekstender adalah karena ekstender banyak mengandung pati (karbohidrat) yang pada dasarnya tidak tahan air, sehingga kayu lapis yang dibuat mengalami penurunan ikatan setelah mengalami perlakuan pengujian. Hal ini sejalan dengan pendapat Perry (1947) yang menyatakan bahwa kenaikan ekstender campuran perekat, akan menyebabkan berkurangnya daya rekat dan mengurangi biaya ramuan perekat.

Untuk mengetahui hubungan antara kadar ekstender dengan keteguhan rekat kayu lapis dilakukan sidik regresi (Tabel 7). Ternyata hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan garis regresi linier. Hal serupa dijumpai pula pada penelitian terhadap kayu meranti merah dan keruing dengan perekat urea formaldehida dengan campuran terigu dan tapioka sebagai ekstender (Sutigno, Sarayar dan Matjik, 1983), dan penelitian terhadap kayu lapis meranti merah dengan perekat urea formaldehida dan campuran sagu dengan bungkil biji karet sebagai ekstender (Wahyuningsih, 1987). Koefisien regresi tersebut bertanda negatif, yang berarti makin tinggi kadar ekstender, makin rendah keteguhan rekat kayu lapisnya.

Tabel 7. Hubungan antara kadar ekstender (X, %) dengan keteguhan rekat kayu lapis (Y, kg/cm²)

Table 7. Relationship between percentage of extender (X, %) and plywood bonding strength (Y, kg/cm²)

Standar (Standard)	Macam ekstender (Type of extender)	Hubungan (Relationship)	F hitung (F calculation)	r	S
Indonesia (Indonesian)	Terigu (Wheat flour)	14,90 - 0,24 X	18,27 **	0,79	2,41
	Gaplek (Cassava flour)	14,69 - 0,30 X	51,03 **	0,75	1,91
Inggris (British)	Terigu (Wheat flour)	15,84 - 0,31 X	63,53 **	0,77	1,84
	Gaplek (Cassava flour)	15,74 - 0,35 X	72,13 **	0,79	1,96

Keterangan (Remarks): ** = Sangat nyata (Highly significant)
S = Simpangan baku (Standard deviation)

Berpedoman pada persamaan regresi linier menurut standar Indonesia dapat diperoleh kadar ekstender maksimum untuk terigu yaitu 33,09%, sedangkan untuk tepung gaplek adalah 25,59%. Sementara itu bila berpedoman pada persamaan regresi linier menurut Standar Inggris, diperoleh kadar ekstender maksimum untuk terigu adalah 28,52%, dan karena hubungan antara keteguhan rekat (X) dengan kerusakan kayu (Y) untuk ekstender terigu adalah $Y = 80,36 - 0,73 X$ ($r = 0,94$, F hitung = 3,52), maka kerusakan kayu untuk pemakaian ekstender maksimum sekitar 69,41 - 75,25%; sedangkan untuk tepung gaplek, karena diperoleh hubungan antara kadar ekstender (X) dengan kerusakan kayu (Y) adalah $Y = 69,75 - 2,22 X$ ($r = 0,59$, F hitung = 25,81), maka kadar ekstender maksimum untuk tepung gaplek adalah 8,90%.

Selanjutnya dilakukan uji beda dengan nilai beda $D_{0,05} = 1,76 \text{ kg/cm}^2$ untuk standar Inggris, sedangkan untuk standar Indonesia nilai beda $D_{0,05} = 1,56 \text{ kg/cm}^2$.

Hasil uji tersebut dicantumkan dalam Tabel 8, yang antara lain menunjukkan bahwa pemakaian ekstender 10% dan 15% serta 15% dengan 20% tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam. Dengan demikian untuk menghemat biaya dan pemakaian perekat murni dianjurkan untuk memakai ekstender 20% dari berat perekat cair, hal ini sesuai dengan anjuran dari pabrik perekat yang menyarankan agar dalam ramuan perekat untuk kayu lapis digunakan ekstender sebanyak 20% dari berat perekat cairnya (Sutigno, 1988 b). Namun demikian untuk memenuhi persyaratan standar Inggris, penggunaan tepung gaplek sebanyak 15% - 20% sebagai ekstender dalam ramuan perekat tidak dapat diterapkan karena nilai rata-rata kerusakan kayunya ternyata kurang dari 50%, oleh karena itu disarankan untuk penggunaan tepung gaplek sebagai ekstender tidak lebih dari 10% saja dari berat perekat cairnya.

Data tersebut di atas merupakan hasil penelitian di laboratorium yang keadaannya serba terkendali. Untuk menerapkannya pada skala pabrik perlu diadakan uji coba mengingat keadaan di pabrik berbeda dengan keadaan di laboratorium. Selain itu dapat juga digunakan standar perekat untuk penggunaan kayu lapis karena persyaratan keteguhan rekatnya lebih tinggi yaitu 10 kg/cm² untuk Standar Indonesia (Anonim, 1987). Berdasarkan hal tersebut maka penggunaan tepung terigu dan gaplek sebagai ekstender dalam ramuan perekat masing-masing sebanyak 20% dan 10%, agar dapat memenuhi persyaratan standar tersebut. Bila dilihat dari segi regresi (Tabel 7) perlu diperhatikan juga simpangan bakunya. Garis simpangan baku tidak sejajar dengan garis regresi tetapi melebar pada awal dan akhir garis regresi. Dengan demikian penggunaan ekstrapolasi mengandung resiko yang lebih besar.

Tabel 8. Uji beda keteguhan rekat kayu lapis
Table 8. Test of difference for plywood bonding strength

Standar (Standard)		Nilai keteguhan rekat rata-rata kayu lapis (Plywood bonding strength of mean value), kg/cm ²				
		a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
Indonesia (Indonesian)	T	13,33	14,14	12,13	11,31	10,40
	G	15,23	13,04	10,77	9,95	9,39
Inggris (British)	T	16,94	13,64	11,82	10,76	10,69
	G	16,94	12,97	11,56	10,27	9,59

Keterangan (Remarks):
 _____ = Tidak nyata (Not significant).
 a₁, a₂, a₃, a₄, a₅ = Kadar air ekstender pada 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%
 (Percentage of extender for 0%, 5%, 10%, 15% and 20%)
 T = Tergu (Wheat flour)
 G = Gaplek (Cassava flour)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kekentalan ramuan perekat yang relatif sama, yaitu sekitar 15 poise dapat dicapai dengan penambahan air yang tidak mesti sama. Pada terigu penambahan air lebih banyak daripada tepung galek yaitu sekitar 1,4 kali. Penambahan air ke dalam campuran perekat, mengurangi pemakaian jumlah fenol formaldehida per satuan luas kayu lapis, sehingga dapat menghemat biaya perekatan.

Macam ekstender tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis, sedang kadar ekstender berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis. Makin tinggi kadar ekstender berupa tepung terigu atau tepung galek dalam campuran perekat, keteguhan rekat kayu lapis cenderung makin menurun. Hubungan antara kadar ekstender dengan keteguhan rekat kayu lapis dapat dinyatakan dengan garis regresi linier. Kadar ekstender maksimum yang masih memenuhi persyaratan adalah 20% baik untuk tepung terigu maupun tepung galek pada Standar Indonesia, sedangkan pada Standar Inggris adalah 20% (tepung terigu) dan 10% (tepung galek). Nilai ini berdasarkan berat resin cair.

Berdasarkan harga tepung terigu Rp 900,-/kg dan tepung galek Rp 800,-/kg, maka pemakaian tepung terigu masih lebih murah daripada tepung galek. Bila harga tepung galek Rp 200,-/kg, pemakaian tepung galek sebanyak 20% lebih murah daripada tepung terigu, namun pada pemakaian 10% tepung galek lebih mahal daripada tepung terigu.

Secara teknis pemakaian tepung galek dapat menggantikan tepung terigu pada Standar Indonesia, tetapi pada Standar Inggris tepung galek belum dapat menggantikan tepung terigu. Secara ekonomis tergantung pada perbedaan harga kedua macam ekstender tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Direktorat Gizi. Jakarta.
- . 1985. British Standard Plywood. BS-6566. British Standards Institution (BSI), London.
- . 1987. Fenol formaldehida cair, mutu dan cara uji. Departemen Perindustrian, Jakarta.
- . 1992. Mutu Kayu Lapis Penggunaan Umum SNI 01-2704-1992. Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- . 1996. Directory to Indonesian Plywood Industry 1996. Indonesian Wood Panel Association (APKINDO), Jakarta.
- Martawijaya, A. 1987. Sifat dan kegunaan kayu pinus. Proceedings. Diskusi Sifat dan Kegunaan Jenis Kayu HTI. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.
- Meyer, L.H. 1960. Food Chemistry. Reinhold Publishing Corp., New York.
- Perry, T.D. 1947. Modern Wood Adhesive. Pitman Publishing Corp., New York, Chicago.
- Skeist, I. 1970. Adhesive Hand Book. Butter Worth & Co. Ltd., London.
- Sudjana. 1980. Desain dan Analisis Eksperimen. Tarsito, Bandung.

- Sutigno, P., I.M. Sulastiningsih dan M.I. Iskandar. 1983 a. Hubungan antara berat jenis kayu dengan pengurangan tebal venir pada pembuatan kayu lapis. Proceeding Diskusi Industri Perkayuan VIII. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Sutigno, P. 1983 b. Penggunaan kayu tusam untuk beberapa macam komoditi. Proceeding Simpo Pinus '83. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- . 1988 a. Pengaruh ekstender dan pengisi dalam perekat urea formaldehida terhadap daya rekat kayu lapis meranti (*Shorea spec.*) dan kapur (*Dryobalanops spec.*). Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor (Disertasi).
- . 1988 b. Diktat Perekat dan Perekatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- . 1992. Diktat Pengujian Kayu Lapis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Sutigno, P., S. Widarmana, C. G. Sarayar dan A.A. Matjik, 1983. Pengaruh campuran terigu dan tapioka sebagai ekstender perekat urea formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis meranti dan keruing. Pengumuman No. 6. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Wahyuningsih, E. 1985. Pengaruh campuran sagu dan bungkil biji karet sebagai ekstender urea formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis meranti merah. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor (Skripsi).
- Warsa, S.R. 1983. Glueability of rotary-cut veneers of some Indonesian woods using adhesives extended with rami and cassava flours. Faculty of The Graduate School, University of The Philippines, Los Banõs (Dissertation).